



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>B01D 53/00, 53/94, 53/86</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/48476</b> <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Dezember 1997 (24.12.97)</b>
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP97/02812 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 30. Mai 1997 (30.05.97)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 196 24 325.4      18. Juni 1996 (18.06.96)      DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; D-38436 Wolfsburg (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> ENGELER, Werner [DE/DE]; Westring 9, D-38528 Meine (DE). NEYER, Dieter [DE/DE]; Harbigring 6, D-38444 Wolfsburg (DE).  <b>(74) Gemeinsamer Vertreter:</b> VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT; Brieffach 17 70, D-38436 Wolfsburg (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
<b>(54) Title:</b> PHOTOCATALYST <b>(54) Bezeichnung:</b> PHOTOKATALYSATOR <b>(57) Abstract</b> <p>Thermal catalysts, especially noble metal-coated catalysts, are used to reduce the CO, HC and NO<sub>x</sub> in the exhaust gases of internal combustion engines. The noble metal-coated catalysts do indeed have a catalytic action from about 140 °C but to achieve particularly low emission rates the thermal catalysts must be heated on cold starting in order to be able to convert the harmful emissions on start-up as well. According to the invention, a catalyst with a photoconductor is used which is irradiated with u/v light. A suitable photocatalytic material is, for instance, titanium dioxide. The catalyst supports may be common monoliths (2, 3), the channels (16) of which are illuminated via reflectors (10 - 14). Thus the monoliths common especially in motor vehicles may be used. The invention may be used for diesel engines and lean-mixture spark ignition engines.</p> <b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Zur Minderung von CO, HC und NO<sub>x</sub> in Abgasen von Brennkraftmaschinen kommen thermische Katalysatoren, insbesondere edelmetallbeschichtete Katalysatoren, zum Einsatz. Die edelmetallbeschichteten Katalysatoren haben zwar bereits ab ca. 140 °C eine katalytische Aktivität, für besonders niedrige Emissionswerte müssen die thermischen Katalysatoren jedoch bei einem Kaltstart aufgeheizt werden, um auch die beim Start anfallenden Schadstoffe umzusetzen. Erfindungsgemäß wird ein Katalysator mit einem Photohalbleiter eingesetzt, der mit UV-Licht belichtet wird. Als photokatalytisches Material eignet sich z.B. Titandioxid. Als Katalysatorträger kommen übliche Monolithen (2, 3) zum Einsatz, deren Kanäle (16) mittels Reflektoren (10 - 14) ausgeleuchtet werden. Hierdurch können die insbesondere in Kraftfahrzeugen zum Einsatz kommenden üblichen Monolithen verwendet werden. Die Erfindung findet Einsatz bei Dieselmotoren und Magermix-Otto-Motoren.</p>		

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Azerbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Photokatalysator

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur katalytischen Umsetzung von Gasen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen Photokatalysator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 15.

Zur Minderung von CO, HC und/oder NO<sub>x</sub> aus Abgasen von Brennkraftmaschinen kommen bislang hauptsächlich edelmetallbeschichtete Katalysatoren zum Einsatz. Als katalytisch aktive Schicht ist Platin anderen Metallen überlegen, da Platin gegenüber CO und HC bereits bei niedrigen Temperaturen (ab ca. 140 °C) katalytisch aktiv ist. Die katalytische Wirkung des Platins ist über lange Zeit stabil und wird auch bei hohen Abgastemperaturen nicht wesentlich durch Migration des Platins beeinträchtigt. Die primäre Wirkung des Pt-Katalysators, z. B. Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> liegt in der Oxidation von CO und HC zu CO<sub>2</sub> bei gleichzeitiger NO<sub>x</sub>-Reduktion. Die katalytische Reduktion von NO<sub>x</sub> ist je nach verwendetem Katalysator verhältnismäßig stark temperaturabhängig und kann ihr Maximum unterhalb 200 °C haben.

Aus der DE 36 42 018 A ist ein Katalysator auf Zeolithbasis bekannt, der die Umsetzung von Stickoxiden mit Kohlenwasserstoffen katalysiert. Die Umsetzung der Stickoxide ist abhängig von der Konzentration an Kohlenwasserstoffen in dem zu behandelnden Abgas, wobei bei einem Verhältnis NO<sub>x</sub> : HC = 1 eine knapp 50-%ige Reduktion der Stickoxide erfolgt. Ein solcher Zeolithkatalysator läßt sich auch mit den üblichen Edelmetallkatalysatoren (Oxidationskatalysatoren) verbinden.

Problematisch ist bei diesen, insbesondere den thermischen Katalysatoren, daß NO<sub>x</sub> teils auch zu dem ozonschädigenden Treibhausgas N<sub>2</sub>O umgesetzt werden kann.

Eine Erhöhung des NO<sub>x</sub>-Umsatzes, jedoch keine Vermeidung der N<sub>2</sub>O-Bildung läßt sich durch selektive katalytische Reduktion (SCR-Verfahren) mit Ammoniak oder Harnstoff als

Reduktionsmittel erreichen. Das SCR-Verfahren eignet sich für den instationären Betrieb nur bedingt, da aufgrund der wechselnden Betriebszustände der Brennkraftmaschine beim Einstellen einer 100-%igen NO<sub>x</sub>-Reduktionsmittel-Stöchiometrie die Gefahr eines NH<sub>3</sub>-Schlupfes besteht. Hinzu kommt, daß beim instationären Betrieb neben dem Kraftstoff auch Ammoniak oder Harnstoff mitgeführt werden muß.

Bei Abgastemperaturen unter 140 °C sind die oben beschriebenen Katalysatoren praktisch inaktiv. Um die Abgasreinigung auch während des Aufheizvorganges zu gewährleisten, wird die Adsorption der Schadstoffkomponenten (beispielsweise an einem Zeolithen) vorgeschlagen. Die adsorbierte Schadstoffgaskomponente aus dem Abgas, wie z. B. NO<sub>x</sub>, wird bei Abgastemperaturen von ca. 200 °C von der Zeolithoberfläche desorbiert und durch den nachgeschalteten, bei dieser Temperatur aktiven Edelmetallkatalysator umgesetzt. Das Problem ist hier die notwendige Regenerierung der Zeolithoberfläche, die für eine Langzeitstabilität gewährleisten sein muß. Insbesondere mögliche Oberflächenvergiftungen stellen ein Problem für diese Art der Abgasreinigung dar.

Grundsätzlich sind auch photokatalytische Umsetzungen von Gasen bekannt. Hier wird beispielsweise der Photokatalysator in eine Wirbelschicht überführt, die dann von innen und von außen beleuchtet wird. Eine weitere photokatalytische Umsetzung erfolgt in einem transparenten Rohr, das halbseitig mit dem Photokatalysator innenbeschichtet ist, wobei die Bestrahlung durch die nicht beschichtete Seite des Reaktionsrohres erfolgt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine photokatalytische Umsetzung von Gasen so durchzuführen, daß auch verhältnismäßig hohe Abgasströme mit verhältnismäßig einfachen Mitteln umgesetzt werden können. Diese Aufgabe wird bei dem eingangs beschriebenen Verfahren gelöst mit den Maßnahmen des Anspruchs 1.

Für die Vorrichtung wird die Aufgabe gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 15.

Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Ausgestaltungen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgte die photokatalytische Umsetzung der Gase in einer Vielzahl parallel angeordneter Kanäle, an deren Innenwänden, über die die Gase strömen, der Katalysator liegt. Vorzugsweise sind die Innenwände ringsum katalytisch aktiv.

Erfindungsgemäß wird das Licht für die katalytische Umsetzung über Reflektoren in die Kanäle hineingespiegelt, so daß die Einstrahlrichtung im wesentlichen in und/oder entgegen der Gasströmung durch die Kanäle erfolgt. Durch die Vielzahl der nur an ihren Enden offenen Kanäle wird eine hohe Oberfläche für die katalytische Schicht zur Verfügung gestellt, und durch den Lichteintritt im wesentlichen parallel zu dem Gasstrom bzw. der Längsachse der Kanäle wird erreicht, daß die Innenbeschichtung der Kanäle über eine verhältnismäßig lange Strecke belichtet wird. Dies ist Voraussetzung für eine gute katalytische Aktivität.

Besonders vorteilhaft ist der Reflektor getrennt von der Lichtquelle angeordnet, da hierdurch speziell ausgebildete Reflektoren zum Einsatz kommen können, deren Lichtaustritt auf die Kanalöffnungen (Einlaß bzw. Auslaß) ausgerichtet ist. Auch ein eventuell notwendiger Tausch der Lichtquelle ist so vereinfacht und kostengünstiger. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn mehrere Lichtquellen zum Einsatz kommen, deren Licht mittels eines oder mehrerer Reflektoren in die Kanäle gerichtet wird.

Der Reflektor und/oder die Lichtquelle sind vorteilhaft antihaf-beschichtet. Hierdurch wird erreicht, daß sich insbesondere Rußpartikel nicht so leicht auf ihnen ablagern können. Als verschmutzungshemmende Beschichtung kommen insbesondere Plasmabeschichtungen (z. B. PVD, PVS) zum Einsatz. Als Beschichtung kommen insbesondere diamantähnliche Schichten (DLC), vorteilhaft mit Fluor oder Silizium modifiziert (a-CHF; SICAN), zum Einsatz. Solche Hartstoffschichten haben eine geringe Benetzbarkeit ähnlich der von PTFE.

Vorteilhaft sind benachbarte Kanäle längs ihrer Erstreckung miteinander verbunden, und insbesondere ist die Außenwand eines Kanals ein Teil der Innenwand eines benachbarten Kanals, bzw. einander benachbarte Kanäle haben (oder teilen sich) eine gemeinsame Wandstruktur. Hiermit lassen sich die in der Katalysatortechnik üblichen Monolithen einsetzen, wobei diese aus keramischem Material wie auch aus Metall aufgebaut sein können. Hierdurch werden kostengünstige Fertigungen des Katalysators möglich, da auf die bekannten Trägerstrukturen zurückgegriffen werden kann. Erfindungsgemäß lassen sich auch mehrere Monolithe hintereinander schalten, die dann vorzugsweise einlaß- wie auslaßseitig belichtet werden.

Die erfindungsgemäße photokatalytische Abgasumsetzung kann mit den üblichen bekannten (thermischen) Katalysatoren kombiniert werden, wobei je nach Einsatzzweck die bekannten

Katalysatoren vor und nachgeschaltet werden können. Bei Dieselmotoren wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der photokatalytischen Abgasreinigung ein Oxidationskatalysator, insbesondere auf Edelmetallbasis, beispielsweise mit Platin, und/oder ein Partikelfilter vorgeschaltet, wobei der Einsatz des Oxidationskatalysators besonders ökonomisch ist. Hierdurch wird erreicht, daß der Abgasstrom vor der Photokatalyse von klebrigen Rußpartikeln befreit wird, so daß die Bestrahlung des Photokatalysators nicht durch Rußpartikel übermäßig beeinträchtigt wird. Es hat sich gezeigt, daß mit Oxidationskatalysatoren bereits ein solcher Abbau, der den Rußpartikelchen anhaftenden Kohlenwasserstoffen erfolgt, so daß die Partikel feiner und weniger klebrig sind, so daß der Lichtaustritt der Strahlungsquelle vom Ruß nicht mehr zugesetzt werden kann.

Mit der Erfindung wird eine Verringerung der Konzentration mindestens einer der Komponenten NO<sub>x</sub>, HC, CO im Abgas einer Brennkraftmaschine erreicht, wobei die zu verringern- den Abgaskomponenten an einem in dem Abgasstrom angeordneten Katalysator umgesetzt werden. Die Umsetzung erfolgt insbesondere zu den Komponenten N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, wobei die Umsetzung in Gegenwart von Sauerstoff abläuft. Im Unterschied zur thermischen Katalyse wird bei der vorliegenden Erfindung die Photokatalyse eingesetzt, wobei als Katalysator Halbleiter, insbesondere Photohalbleiter zum Einsatz kommen. Die Photoaktivität des Halbleiters gegenüber den Abgaskomponenten wird vorzugsweise erreicht durch Anregung mit einem Licht der Wellenlänge  $\lambda \leq 600$  nm und insbesondere  $\leq 410$  nm (UV-Licht), wobei die Wellenlänge  $\lambda$  vom verwendeten Photohalbleiter abhängig ist. Als Katalysator (katalytisch aktive Substanz) eignen sich für die Erfindung insbesondere Oxide der Übergangsmetalle und/oder der seltenen Erden aber auch beispielsweise Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Die Metalloxide können in Mischverbindungen vorliegen, beispielsweise als Titanat. Insbesondere geeignet sind TiO<sub>2</sub>, ZnO, SrTiO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, CeO<sub>2</sub>. Der Halbleiter kann auch dotiert sein, beispielsweise mit Metallen der VIII-Hauptgruppe, z. B. Pt, Rh und/oder Ru. Hierdurch wird insbesondere die Oxidationseigenschaft des Katalysators verbessert.

Die Umsetzung erfolgt vorzugsweise in Gegenwart von mindestens 0,5 Vol.-%, insbesondere mindestens 1 Vol.-% O<sub>2</sub>, wobei ein zeitweiliges fehlen von Sauerstoff nicht schädlich ist, jedoch zu einer deutlich schlechteren NO<sub>x</sub>-Umsetzung führt. Die Umsetzung erfolgt also insbesondere in den Abgasen von Dieselmotoren oder Magermix(Otto)-Motoren. Die Erfindung eignet sich insbesondere beim Einsatz stationärer Brennkraftmaschinen, d. h. bei Brennkraftmaschinen mit stark wechselnden Betriebszuständen wie

Drehzahl und Last. Neben NO<sub>x</sub> wird erfindungsgemäß auch HC und/oder CO umgesetzt, wobei diese Komponenten die NO<sub>x</sub>-Umsetzung verstärken.

Besonders vorteilhaft kommt die vorliegende Erfindung bei der Abgasreinigung zum Einsatz, und hier wiederum insbesondere bei der Abgasreinigung von Brennkraftmaschinen, wobei die Abgasreinigung besonderes vorteilhaft bei Dieselmotoren bzw. bei Magermix-Otto-Motoren erfolgt. Zudem eignet sich die vorliegende Erfindung für den mobilen (stationären) Einsatz, d.h. insbesondere in Kraftfahrzeugen.

Weitere Ausgestaltungen des Verfahrens sind beim folgenden Photokatalysator und im Ausführungsbeispiel beschrieben.

Die Erfindung betrifft auch einen Photokatalysator, bei dem die Belichtung im wesentlichen parallel zur photokatalytischen Beschichtung erfolgt. Hierdurch kann, wie beim oben beschriebenen Verfahren, über eine minimale Einstrahlfläche eine große photokatalytische Fläche belichtet werden. Vorzugsweise ist die belichtete Fläche der photokatalytischen Schicht mindestens zehnmal größer als die Einstrahlfläche und insbesondere mindestens zwanzigmal größer. Eine obere Grenze ergibt sich aus der Strahlungsdichte und geometrischen Abweichungen, die nach einer gewissen Kanallänge dazu führen, daß keine genügende Belichtung mehr erfolgt.

Auch der Photokatalysator wird vorzugsweise bei der Reinigung von Abgaskomponenten von Brennkraftmaschinen eingesetzt (Abgasentgiftung). Im übrigen enthält der Katalysator vorzugsweise die oben und beim Verfahren beschriebenen Merkmale.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Figur eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Ein Abgasphotokatalysator 1 enthält zwei in Serie geschaltete Monolithen 2, 3, von denen der erste Monolith 2 abgaseingangsseitig (Pfeil 4) und der zweite Monolith 3 abgasausgangsseitig (Pfeil 5) angeordnet ist. Die Monolithen 2, 3 sind in üblicher Art in einem nicht dargestellten Gehäuse untergebracht.

Vor, hinter und zwischen den Monolithen 2, 3 ist jeweils eine UV-Lampe 6 bis 8 angeordnet, die auf die Stirnflächen 9 der Monolithen 2, 3 strahlen. Zusätzlich sind Reflektoren 10 bis 14 vorgesehen, die das Licht 15 der UV-Lampen 6 bis 8 in Kanäle 16 der Monolithen 2, 3 spiegeln. Die Kanäle 16 der Monolithen 2, 3 sind mit Titandioxid beschichtet.

Die Kanäle 16 der Monolithen 2, 3 sind wie bei Abgaskatalysatoren üblich in Strömungsrichtung (Pfeile 4, 5) angeordnet und entsprechend sind die Reflektoren 10 bis 13 ringförmig ausgebildet. Der Reflektor 14 ist angeordnet, um den Kernbereich des Monolithen 2 mit Licht zu versorgen. Im Monolithen 3, in dessen Kernbereich die Kanäle 16 keinen geeigneten Lichteinfall haben, sind diese Kanäle geschlossen. Die Endreflektoren 10, 13 sind in ihren von den UV-Lampen 6, 8 entfernten Bereichen stufig ausgebildet, um eine möglichst hohe Lichtdichte in die Kanäle 16 der Monolithen 2, 3 einzuspiegeln.

Die UV-Lampen 6 bis 8 können über Steckvorrichtungen (nicht dargestellt) von außen in das Katalysatorgehäuse eingesetzt werden, ein Austausch der endständigen UV-Lampen 6, 8 kann je nach Konstruktion auch über die Einlaß- bzw. Auslaßöffnungen des Katalysators erfolgen.

Die Reflektoren 10 bis 14 sind vorzugsweise aus verspiegelten Keramiken hergestellt, wobei auch Glaskeramiken zum Einsatz kommen können, die dann vorzugsweise auf der dem Abgasstrom abgewandten Seite verspiegelt sind, so daß die Spiegelflächen vor den Abgasen geschützt sind. Ggf. können die Reflektoren auch mit Glasvorsätzen (bzw. Glaskeramik oder Quarz) vor dem Abgasstrom geschützt werden. Die Abdeckung der Reflektoren kann auch der Optimierung des Strömungsverlaufs des Abgasstroms dienen.

Die Geometrie der Reflektoren, der Anordnung der UV-Lampen wie auch von Einlaß und Auslaß (diese können auch dezentral angeordnet sein) kann auf verschiedenste Weise variiert werden, so daß eine weitgehende parallele Lichteinstrahlung in die Kanäle erfolgt. Hierdurch werden die Innenwände der Kanäle optimal mit dem UV-Licht bestrahlt, so daß die photokatalytische Reaktion stattfinden kann. Durch die weitgehend parallele Lichteinstrahlung wird erreicht, daß das eingestrahlte Licht eine große Innenfläche der Kanäle bestrahlt, und daß das in die Kanäle eingestrahlte Licht zumindest überwiegend, vorzugsweise im wesentlichen auf die photokatalytische Schicht trifft (und nicht den Kanal ohne Wechselwirkung mit der katalytischen Schicht am anderen Ende wieder verläßt).



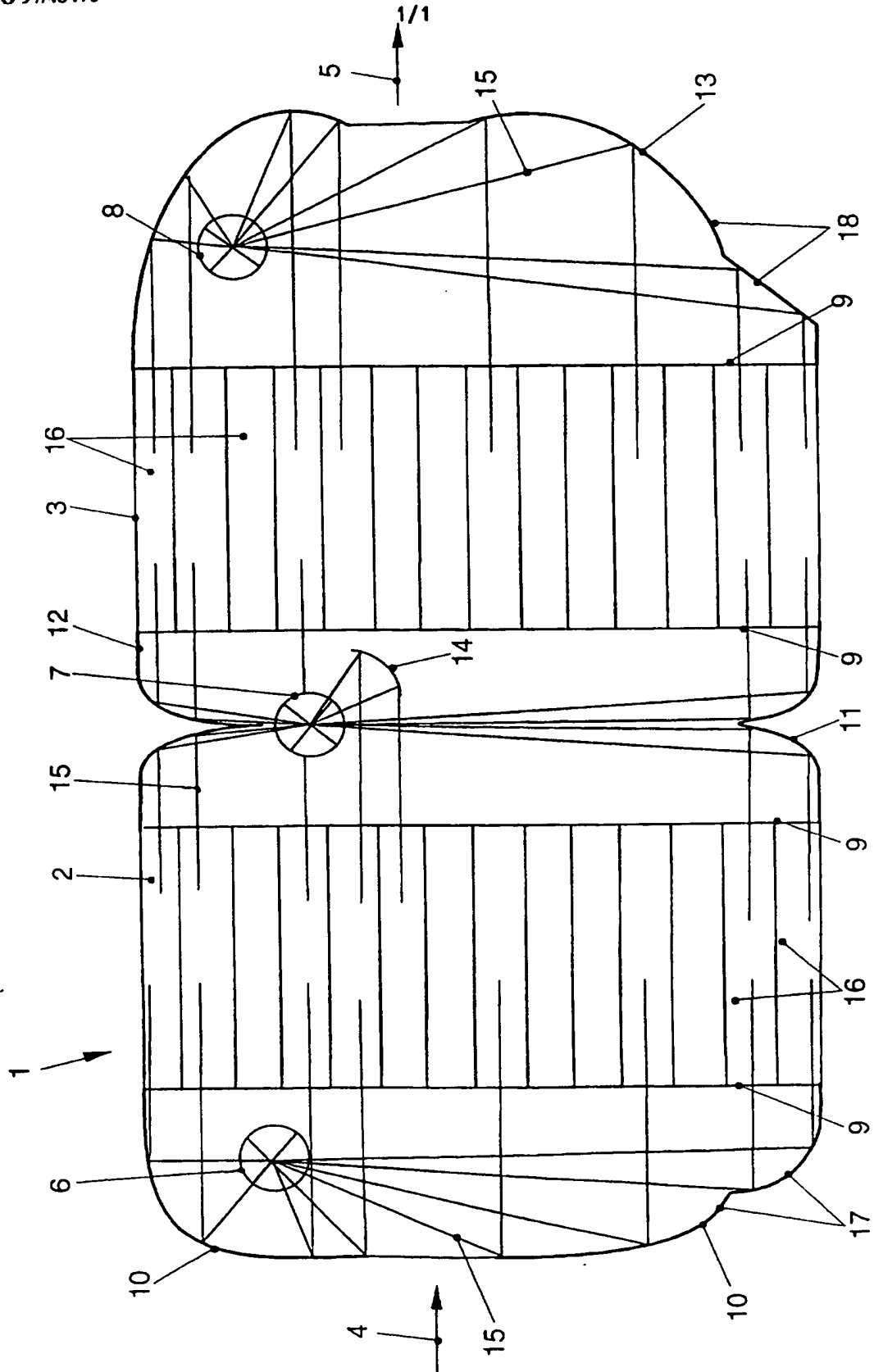
Die Kanäle haben vorzugsweise eine Querschnittsfläche zwischen 0,5 bis 100 mm<sup>2</sup> und insbesondere 2 bis 30 mm<sup>2</sup>. Vorteilhaft sind mindestens 10, bevorzugt mindestens 100 und insbesondere mindestens 500 Kanäle vorgesehen. Im übrigen sind die Kanäle im wesentlichen geradlinig ausgebildet, damit über eine möglichst lange Kanalstrecke eine (UV-)Lichteinstrahlung realisiert werden kann.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur katalytischen Umsetzung von Gasen an einem belichteten Katalysator, dadurch gekennzeichnet, daß die Gase durch eine Vielzahl parallel angeordneter Kanäle strömen, auf deren Innenfläche der Katalysator angeordnet ist, und daß das Licht über mindestens einen Reflektor in und/oder entgegen der Gasströmungsrichtung in die Kanäle reflektiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Reflektoren trennbar von der Lichtquelle angeordnet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht mehrerer Lichtquellen mittels Reflektoren in die Kanäle reflektiert wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenfläche eines Kanals durch die Außenfläche eines oder mehrerer benachbarter Kanäle gebildet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle in einem keramischen oder metallischen Monolith enthalten sind.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Monolithe in Serie geschaltet werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der belichtete Katalysator mit einem thermischen Katalysator in Serie geschaltet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß NO<sub>x</sub>, HC und/oder CO umgesetzt werden, insbesondere zu mindestens einem der Produkte N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in den Gasen Sauerstoff zu mindesten 0,5 Vol.-% enthalten ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gase Abgase sind, insbesondere von einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Diesel- oder Magermix-Otto-Motors.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle auf ihren Innenwänden ringsum den Katalysator aufweisen.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Katalysator ein Halbleiter, insbesondere ein Photohalbleiter eingesetzt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Halbleiter ZnO, TiO<sub>2</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub> und/oder CeO<sub>2</sub> eingesetzt werden.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß neben NO<sub>x</sub> und Sauerstoff auch HC und/oder CO im Abgas enthalten ist.
15. Katalysator mit einer photokatalytischen Aktivität zur Umsetzung von Gasen und einer Belichtungsquelle zur Belichtung des Katalysators zur Erzeugung der photokatalytischen Aktivität des Katalysators zur Umsetzung der Gase, gekennzeichnet durch eine Vielzahl parallel angeordneter Kanäle, auf deren inneren Oberfläche der Katalysator angeordnet ist, die von den Gasen durchströmbar sind, und mindestens einem Reflektor, der das Licht der Belichtungsquelle in die Kanäle im wesentlichen parallel zur Gasströmungsrichtung reflektiert.
16. Katalysator nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß er im Abgasstrang einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Diesel- oder Magermix-Otto-Motors angeordnet ist.

17. Katalysator nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenfläche eines Kanals zumindest teilweise die Innenfläche eines benachbarten Kanals bildet.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. onal Application No

PCT/EP 97/02812

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 B01D53/00 B01D53/94 B01D53/86

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 43 03 272 A (HANDWERKSKAMMER HAMBURG) 11 August 1994 *das ganze dokument* ---	1-17
A	DE 42 40 558 A (OESTE FRANZ DIETRICH ;AALBERS ROBERT (NL); DIETRICH OLGA (DE)) 9 June 1994 see abstract ---	1-17
P,A	WO 96 33135 A (ELECTROLUX AB) 24 October 1996 see abstract; figure 1 ---	1-3,15
A	DE 21 46 504 A (SAALMANN FA GERHARD) 22 March 1973 see claim 1; figure 1 -----	1-3,15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 September 1997

Date of mailing of the international search report

22.09.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Faria, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/02812

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4303272 A	11-08-94	NONE	
DE 4240558 A	09-06-94	NONE	
WO 9633135 A	24-10-96	SE 504229 C SE 9501467 A	09-12-96 22-10-96
DE 2146504 A	22-03-73	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. nales Aktenzeichen  
PCT/EP 97/02812

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 B01D53/00 B01D53/94 B01D53/86

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 B01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 43 03 272 A (HANDWERKSKAMMER HAMBURG) 11. August 1994 *das ganze dokument* ---	1-17
A	DE 42 40 558 A (OESTE FRANZ DIETRICH ;AALBERS ROBERT (NL); DIETRICH OLGA (DE)) 9. Juni 1994 siehe Zusammenfassung ---	1-17
P,A	WO 96 33135 A (ELECTROLUX AB) 24. Oktober 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1-3,15
A	DE 21 46 504 A (SAALMANN FA GERHARD) 22. März 1973 siehe Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1-3,15

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. September 1997

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22.09.97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Faria, C



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. .ales Aktenzeichen

PCT/EP 97/02812

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4303272 A	11-08-94	KEINE	
DE 4240558 A	09-06-94	KEINE	
WO 9633135 A	24-10-96	SE 504229 C SE 9501467 A	09-12-96 22-10-96
DE 2146504 A	22-03-73	KEINE	